

## **МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы

**Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора  
подземных вод (Кемеровская область)**

УДК 628.112(571.17)

### **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 140 с., 34 рисунков, 26 таблиц, 68 источников, 1 приложение, 6 листов графического материала.

Объектом исследования является водозабор подземных вод.

Цель работы - выделение роли поверхностных вод в оценке запасов подземных вод на водозаборном участке Березовский для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

В процессе работы был проведен анализ и обобщение литературных сведений, фактического материала ранее проведенных исследований. Выделены особенности геолого-географических условий района исследований. Разработана численная модель области фильтрации.

В результате исследования, приведены результаты количественной оценки доли поверхностных вод в оценке запасов подземных вод при помощи метода численного моделирования. Так же даны рекомендации по дальнейшей эксплуатации водозабора.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, с помощью ET Excel, а так же Surfer 8, ПК GMS и CorelDRAW.

## **Abstract**

Final qualifying work 140 pp., 34 figures, 26 tables, 68 sources, 1 app, 6 sheets of graphic material.

The object of research is the water of groundwater.

The purpose of the work - the role of the allocation of surface water in the assessment of groundwater reserves in the water intake area Berezovsky for drinking and household water supply.

In the process, an analysis of the literature and summarize information, factual data of previous studies. The features of geological and geographical conditions of the study area. A numerical model of filtration.

The study, the results of a quantitative estimate of the proportion of surface water in the assessment of groundwater reserves in using numerical simulation method. The same recommendations for the further operation of the water intake.

Final qualifying work carried out in the word processor Microsoft Word, using ET Excel, as well as the Surfer 8, PC GMS and CorelDRAW

## Оглавление

Реферат

Понятия и определения

Введение

1. Изученность

2. Характеристика участка исследований

2.1 Общие сведения

2.2 Физико-географический очерк

2.2.1 Климат

2.2.2 Рельеф

2.2.3 Гидрография

2.2.4 Почвенно-растительный покров

2.2.4 Минерально-сырьевые ресурсы

2.3 Геологическое строение

Стратиграфия и литология

Структурно-тектонические условия

2.4 Гидрогеологические условия

3. Проблемы водоснабжения города Берёзовский

3.1 Основы численного моделирования

3.1.1 Численные методы

3.1.2 Программные средства моделирования

3.2 Схематизация гидрогеологических условий

3.2.1 Основы схематизации гидрогеологических условий

3.2.2 Выделение главных элементов области фильтрации

3.3. Создание численной гидродинамической модели

3.4 Численные эксперименты

3.5 Оценка водного баланса

4. Социальная ответственность

4.1 Характеристика вредных факторов на рабочем месте

- 4.1.1 Мероприятия по выполнению норм микроклимата
- 4.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны
- 4.1.3 Повышенный уровень шума в помещении
- 4.1.4 Повышенный уровень электромагнитного и ионизирующего излучения от ЭВМ
- 4.2 Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды
  - 4.2.1 Электробезопасность
  - 4.2.2 Пожароопасность
- 4.3 Охрана окружающей среды при гидрогеологических работах
- 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях
- 4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при моделировании подземного водозабора
- 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
  - 5.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования
    - 5.1.1 Полевые работы
    - 5.1.2 Лабораторные исследования
    - 5.1.3 Камеральные работы
  - 5.2 Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ
  - 5.3 Расчет отчислений на социальные нужды
- Заключение
- Список литературы
- Приложение 1

## **Введение**

Актуальность исследования заключается в том, что водозабор Березовский работает на неутвержденных запасах подземных вод. По условиям лицензионного соглашения недропользователь данного водозаборного участка в определенные сроки должен представить геологический отчет по подсчету запасов подземных вод в границах лицензионного участка на государственную экспертизу.

Основной целью данного исследования являлось выделение роли поверхностных вод в оценке запасов подземных вод на водозаборном участке Березовский для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Основные задачи исследования:

- сбор, анализ, и обобщение данных по физико-географическим, геологическим, гидрологическим и гидрогеологическим условиям исследуемого района;
- составление базы данных в среде Excel с последующей математической обработкой;
- создание цифровой модели рельефа исследуемого района;
- численное моделирование фильтрационных потоков;
- оценка доли поверхностных вод в оценке запасов подземных вод ;

Объектом исследования является подземный водозабор, а предметной областью – вклад поверхностных водных объектов в формировании запасов подземных вод.

Методика исследования заключается в сборе, систематизации и анализе опубликованных данных; а также в компьютерной обработке соответствующих данных и графической интерпретации полученной информации, с помощью возможностей ГИС-технологий.

Фактическим материалом работы послужили эмпирические данные, полученные от предприятия ООО "ГЕО ГРУПП".

Личный вклад автора состоял в обобщении, систематизации и обработке большого количества фактического материала, создании компьютерной базы данных в MS OFFICE Excel и создание цифровой картографической модели исследуемого района с помощью возможностей ГИС в программных комплексах GMS и Surfer.

Научная новизна определяется постановкой геологоразведочных работ на подземные воды для водозаборного участка, эксплуатируемого на неутвержденных запасах.

Работа основана на фактическом материале и данных опытно-фильтрационных работ, полученных впервые.

Оценка доли поверхностных вод в суммарном расходе действующего водозабора проводится на вновь созданной гидродинамической модели участка междуречья рр. Барзас и Шурап.

Практическая значимость данной работы связана с возможностью использования результатов численного моделирования при подсчете запасов подземных вод по водозаборному участку, и с возможностью количественной оценки составляющих водного баланса для водозаборного участка.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских конференциях различного уровня: XIX, XX Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2015, 2016).

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю доценту Кузеванову К.И. за помощь в создании ВКР.

## Заключение

Главная особенность геолого-географических условий заключается в приуроченности основного водоносного комплекса к зоне экзогенной трещиноватости аллювиальных образований пойм мелких рек и верхнечетвертичных-современных проблематических отложений. Обводненность горных пород слабо зависит от литологического состава, определяется степенью трещиноватости водовмещающих пород, которая затухает на глубине 100-120 м.

Установлено, что основным источником восполнения запасов подземных вод служат атмосферные осадки и воды поверхностных постоянно действующих водотоков. Это подтверждается характером речной сети, которая дренирует подземные воды и отражает структуру расходящегося фильтрационного потока в границах междуречья рр. Шурап и Барзас.

В этих условиях эксплуатационные скважины водозабора, расположенные в долинах рек образуют три гидродинамически изолированных участка (скв.5,4; скв.10,11,13, и скв.14, 14а). Поэтому основной расчетной схемой для аналитического метода подсчета запасов служит типовая схема полуограниченного пласта с границами I-III-го рода.

На водозаборе выполнены режимные наблюдения за гидродинамическим и гидрогеохимическим режимом подземных вод. Проведены опытно-фильтрационные работы, которые показали, что фильтрационные параметры водовмещающих отложений невысокие, а коэффициент фильтрации не превышает 1 м/сут.

В условиях тесного взаимодействия водозаборных скважин с поверхностными водами нами использовано численное моделирование для количественной оценки водного баланса и выделения доли поверхностных вод в проектном расходе водозабора.

Разработанная численная модель области фильтрации показала, что проектные расходы водозаборных скважин могут быть обеспечены при допустимых понижениях уровней подземных вод, но дальнейшее увеличение производительности на водозаборных участках: центральный и западный проблематично.

В более благоприятных условиях находится водозабор «восточный», где восполнение запасов подземных вод находится под непосредственным влиянием более крупного водотока (р.Барзас).

Проверка водного баланса на численной модели показала, что более 90% запасов подземных вод восполняется за счет поверхностных вод.

В этих условиях рекомендуется обратить пристальное внимание на качество подземных вод в процессе эксплуатации водозабора. Реки находятся на территории, освоенной в промышленном отношении, что делает весьма вероятной возможность периодического загрязнения поверхностных вод при возникновении чрезвычайных ситуаций связанных с залповыми выбросами загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты.

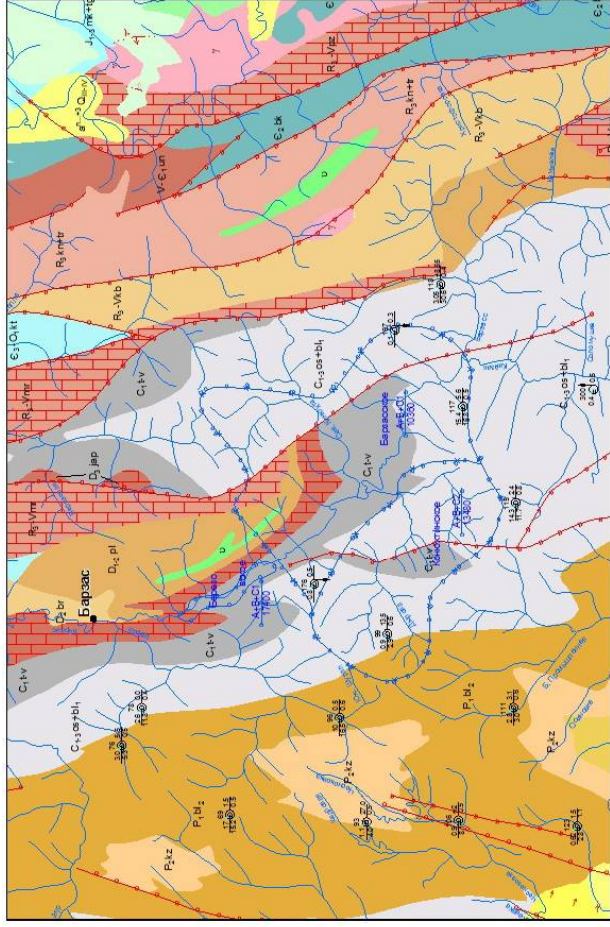
Результаты численного моделирования показывают, что возможность влияния горнодобывающих предприятий на работу водозабора крайне ограничена, поскольку участки отработки угольных месторождений отделены гидродинамическими границами.

В процессе работы водозабора следует проводить регулярные наблюдения за положением статических и динамических уровней подземных вод. Эти данные могут быть полезны на этапе переоценки запасов подземных вод после истечения срока их утверждения.








# Речная сеть и направления фильтрационного потока

# Гидрогеологическая карта

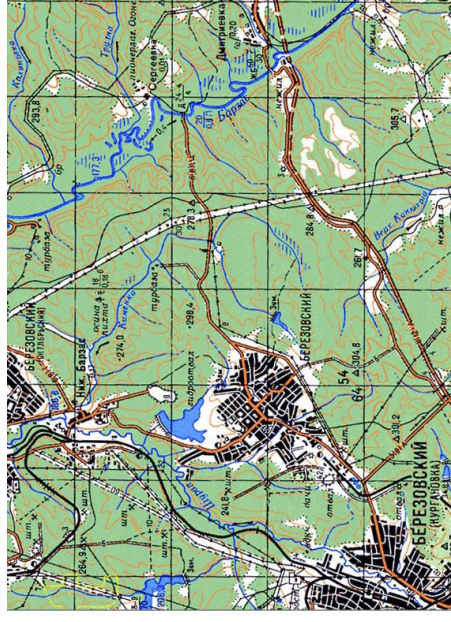


## Условные обозначения

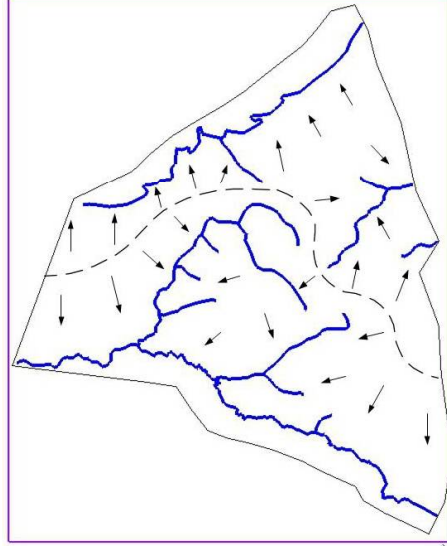
[illegible]

	Разномы
	Воловские
	Возрожденские
	Не воловские
	Гришани
$P_{\text{ЭП}}$	Гришани воловских горизонтов комплекс зон
	ЗСО третьего пояса мезостроений подольных вод а) разделение; б) эксплуатация;
	В числителе – категория запасов в залежах; – запасы в м³/сут
6)	
<b>Описание валютности</b>	
$\frac{10^7}{21}$	Цифра сверху: номер валютности; цифра дробь: числитель, записан с сок. знаменателем; знаменатель; м. Страна дробь: число ступеней уровня, м. знаменатель минерализации, г/де.
$\frac{17}{15}$	





## Речная сеть водозаборного участка



## Направления фильтрационного потока



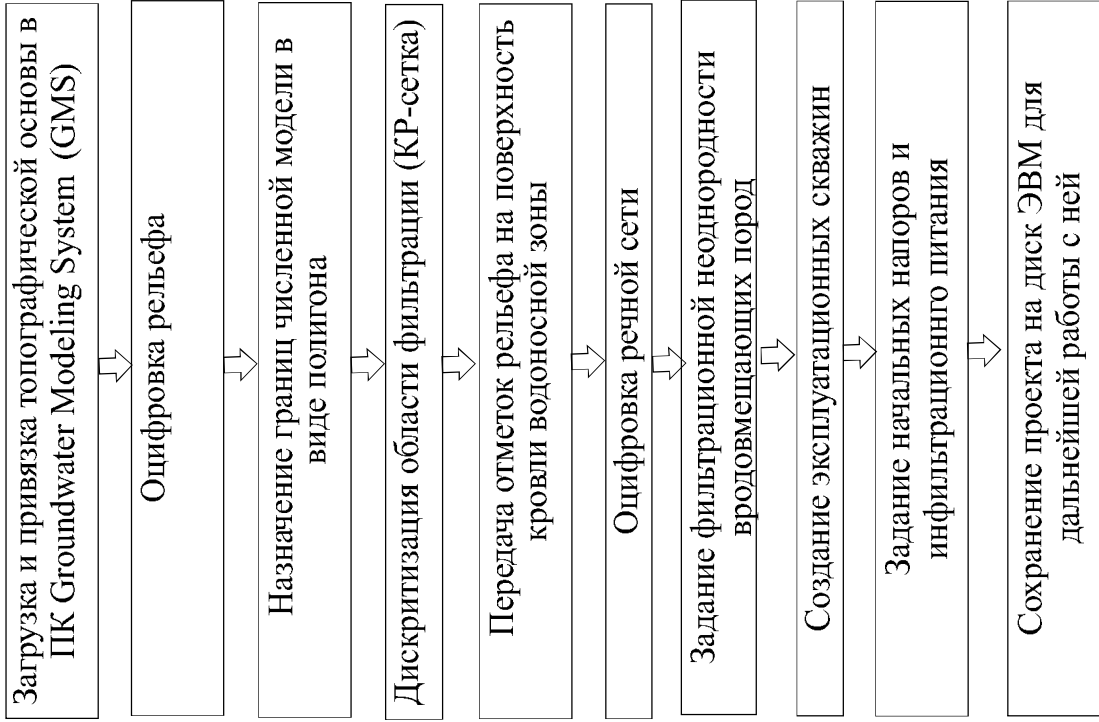
### Условные обозначения

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
|    | Реки                               |
|    | Линия водораздела                  |
|    | Направление фильтрационного потока |
|  | Граница области фильтрации         |

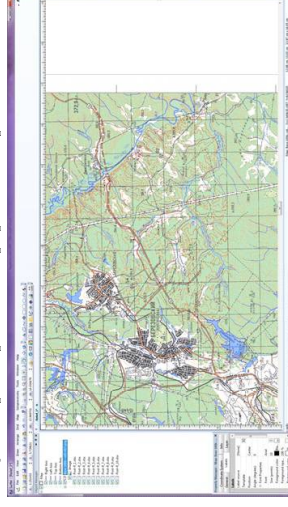
МО и НРФ	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Магистерская диссертация		
Тема	Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область)	
Содержание листа	Речная сеть и направление фильтрационного потока	
Студент	Воротынцева М.С.	
Руководитель	Кузванов К.И.	
Зав. кафедрой	Гусева Н.В.	
Консультант	Кузванов К.И.	
1		

# Разработка численной модели области фильтрации

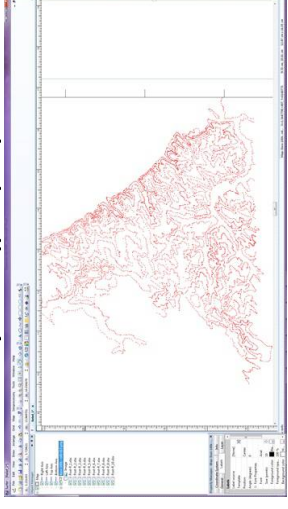
## Последовательность разработки численной модели



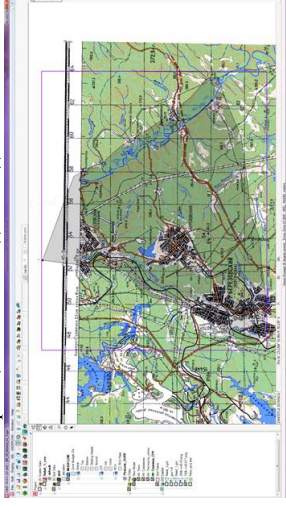
Результат регистрации топографической карты в ПК Surfer



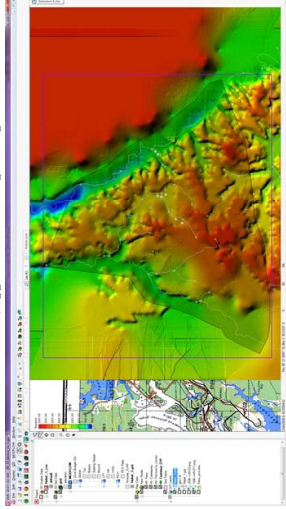
Результат оцифровки рельефа



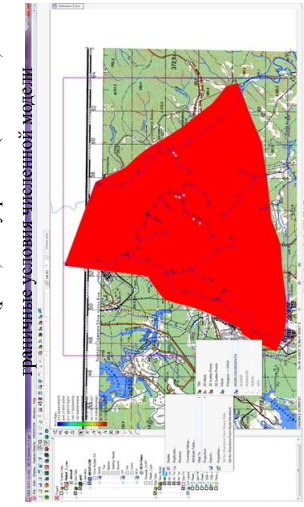
Границы численной модели в виде полигона



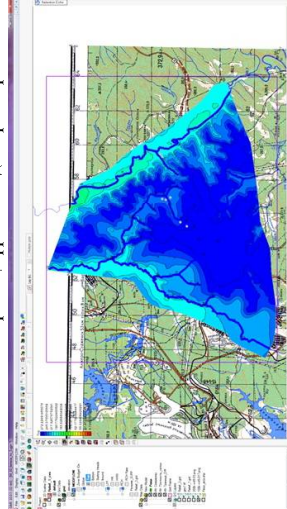
Цифровая модель рельефа



Внешние (реки) и внутренние (скважины)



Реки на фоне цифровой модели рельефа

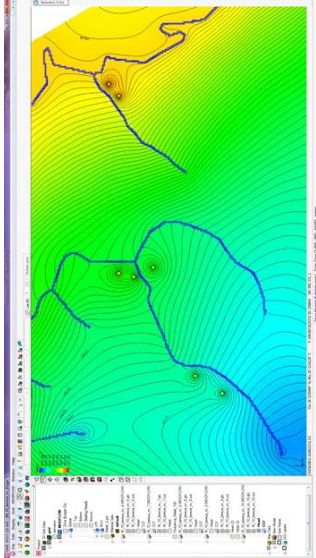


МО и Н Рф	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Тема	Магистерская диссертация Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область.)	
Содержание листа	Разработка численной модели области фильтрации	
Студент	Воротынцева М.С.	
Руководитель	Кузеванов К.И.	
Зав. кафедрой	Гусева Н.В.	
Консультант	Кузеванов К.И.	
		2

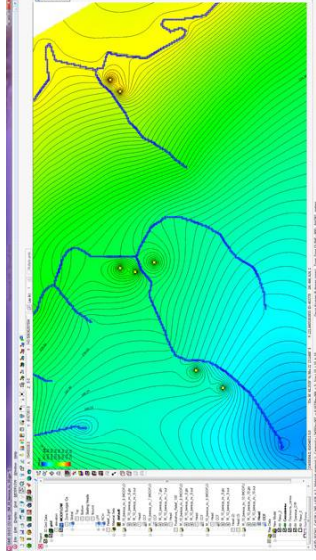


# Варианты прогнозного моделирования

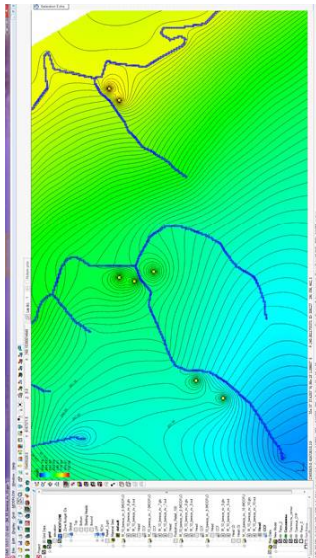
Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 300 м³/сут.



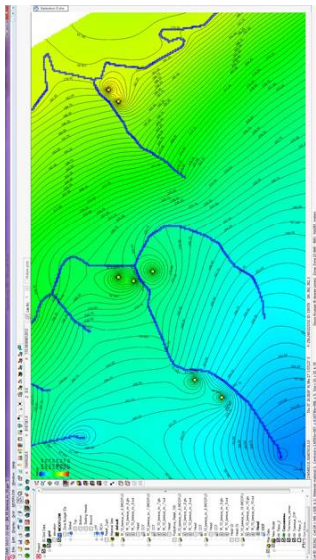
Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 350 м³/сут.



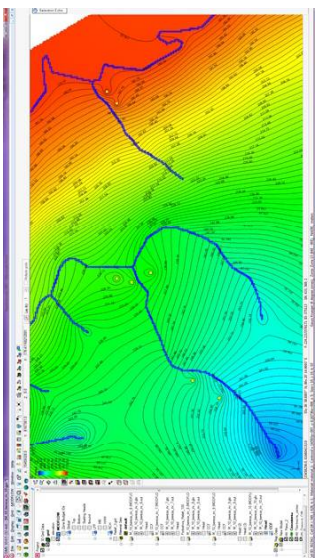
Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 370 м³/сут.



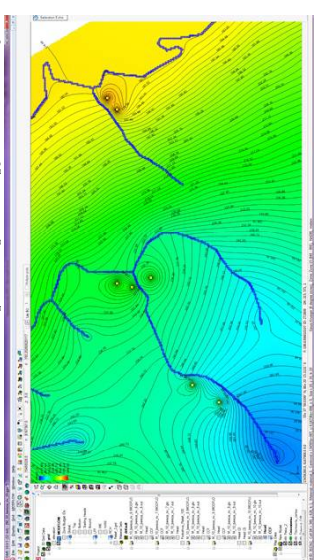
Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 390 м³/сут.



Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 1000 м³/сут.



Зона нарушенного режима фильтрации вокруг эксплуатационных скважин с равномерной нагрузкой 3000 м³/сут.



Напоры и мощности эксплуатационного водоносного горизонта , м

Скв.	Напор, м			Подошва, м	Мощность, м			
	Q=300 м³/сут	Q=350 м³/сут	Q=370 м³/сут		Q=300 м³/сут	Q=350 м³/сут	Q=370 м³/сут	
4	221,90	229,56	227,98	157,59	64,31	71,97	70,39	
5	229,58	222,81	219,87	161,01	68,57	61,8	58,86	
11	196,98	188,81	185,07	138,72	58,26	50,09	46,35	
13	202,67	196,05	208,08	138,81	63,86	57,24	69,27	
10	205,13	198,42	211,03	139,93	65,2	58,49	71,1	
14	164,82	161,22	155,97	98,09	66,73	63,13	57,88	
14a	152,28	143,5	160,15	100,65	51,63	42,85	59,5	

Напоры и мощности эксплуатационного водоносного горизонта, м

Скв.	Напор, м			Подошва, м	Мощность, м					
	390 м³/сут	500 м³/сут	1000 м³/сут	2000 м³/сут	3000 м³/сут	390 м³/сут	500 м³/сут	1000 м³/сут	2000 м³/сут	3000 м³/сут
4	247,95	246,93	242,12	231,55	219,17	157,59	89,34	84,53	73,96	61,58
5	255,5	254,46	249,59	238,93	226,52	161,01	94,49	88,58	77,92	65,51
11	227,14	226,03	220,82	209,25	195,09	138,72	88,42	87,31	82,1	70,53
13	229,03	228,03	223,32	212,99	200,21	138,81	90,22	89,22	84,51	74,18
10	232,65	230,67	225,93	215,58	203,23	139,93	92,72	90,74	86	75,65
14	178,94	177,84	176,26	168,97	146,12	98,09	80,85	79,75	78,17	70,88
14a	182,73	181,62	176,41	164,72	150,2	100,65	82,08	80,97	75,76	64,07

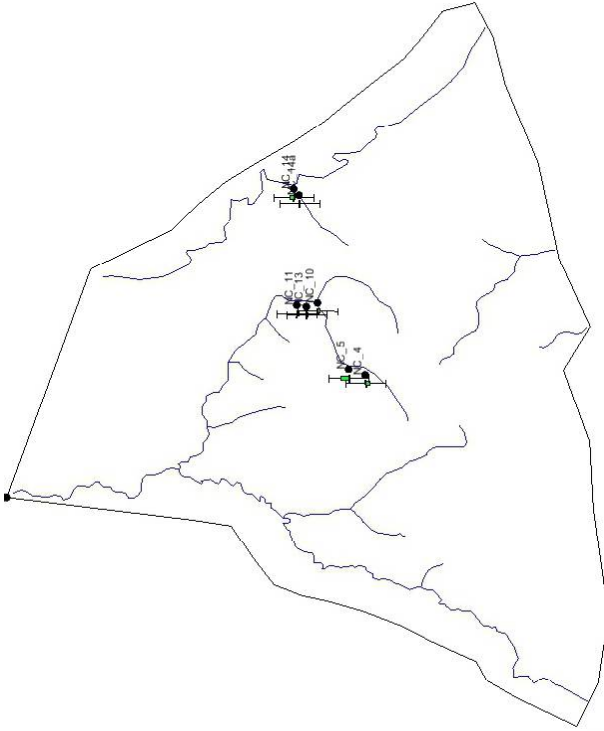
МО и НРФ	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Тема	Магистерская диссертация Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область)	
Содержание листа	Варианты прогнозного моделирования	
Студент	Боротынцев М.С.	
Руководитель	Кузванов К.И.	
Зав. кафедрой	Гусева Н.В.	
Консультант	Кузванов К.И.	
		3

Результаты калибровки численной модели

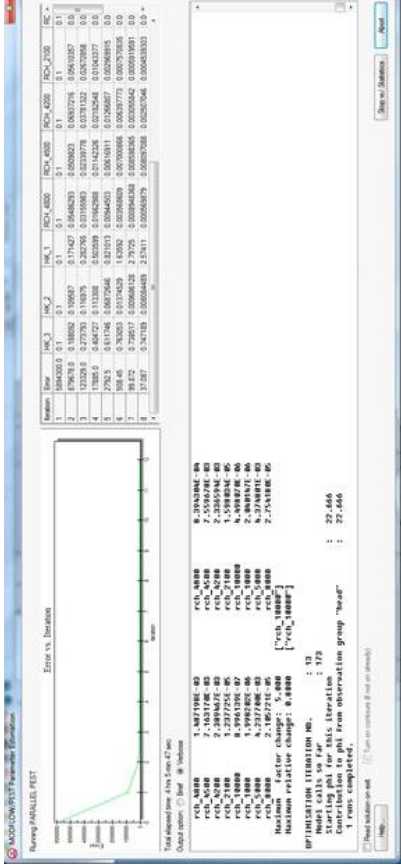
Начальные значения ключевых параметров

Зона	коэффициент фильтрации, м/сут	дополнительное инфильтрационное питание, м/сут
1	-3	-8000
2	-3	-5000
3	-1	-10000
4	-2	-1000
5	-2	-2100
6	-2	-4200
7	-3	-4500
8	-2	-4800
9	-2	-

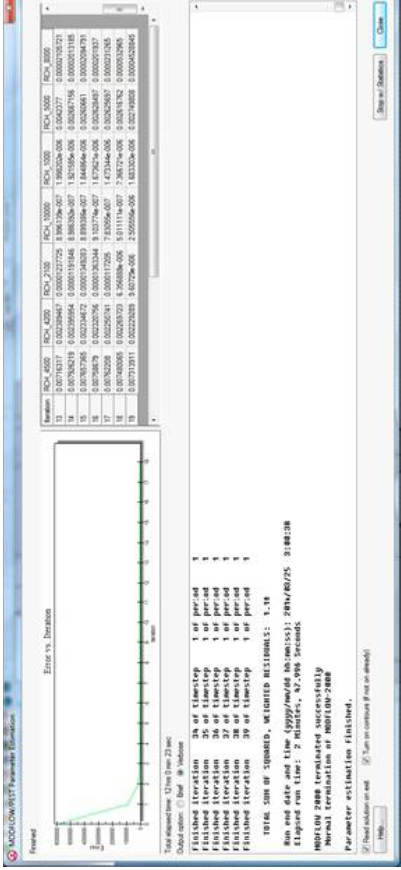
Уровни в наблюдательных скважинах  
после калибровки численной модели  
(не выходят за пределы заданной точности)



Первая итерация процесса калибровки  
(программа PEST)



Заключительная итерация процесса калибровки  
(после 25 часов счета)



Ошибки величины уровней в  
наблюдательных скважинах

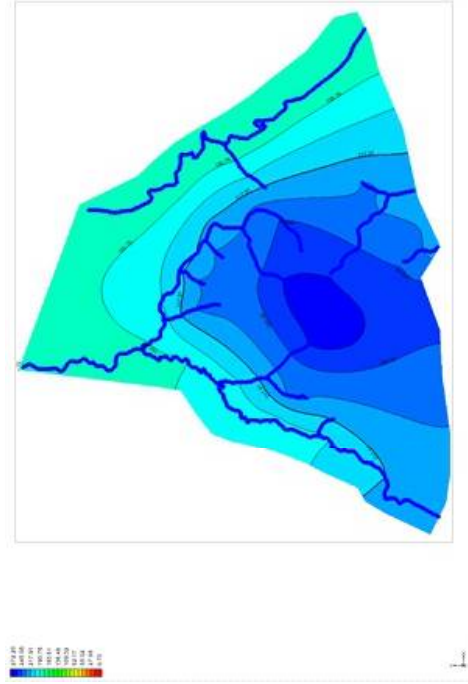
Скважина	Ошибки величины уровня, м
4	0,328
5	-0,6232
10	0,1306
11	0,1251
13	0,0802
14	-0,3308
14а	-0,0168

МО и Н Рф	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Тема	Магистерская диссертация Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область)	
Содержание листа	Результаты калибровки численной модели	
Студент	Воротынцев М.С.	
Руководитель	Кузванов К.И.	
Зав. кафедрой	Гусев Н.В.	
Консультант	Кузванов К.И.	
		4

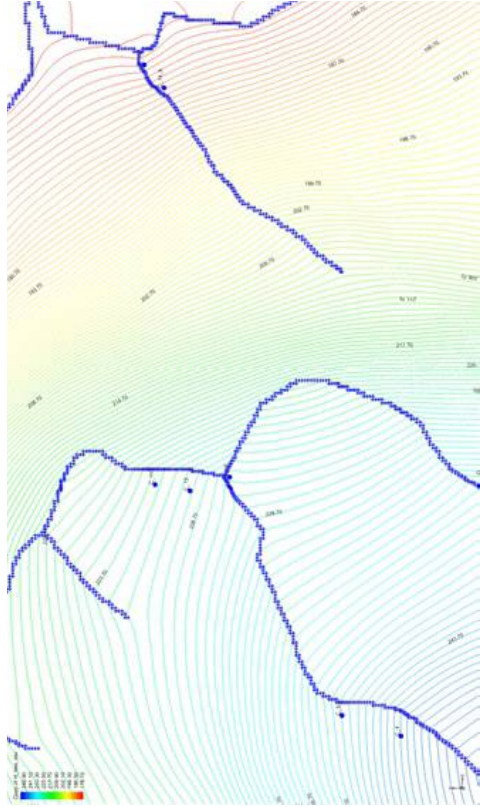


# Результаты численного моделирования

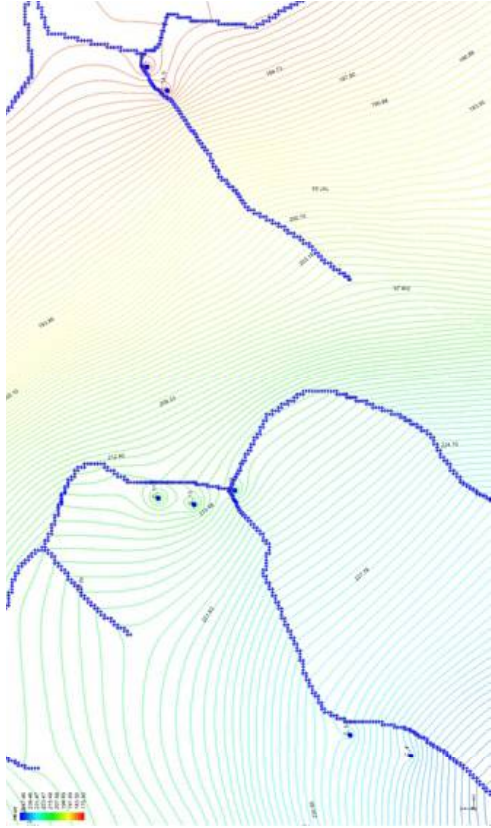
Результат решения стационарной задачи



Расчетное поле напоров в условиях естественного  
фильтрационного потока (фрагмент)



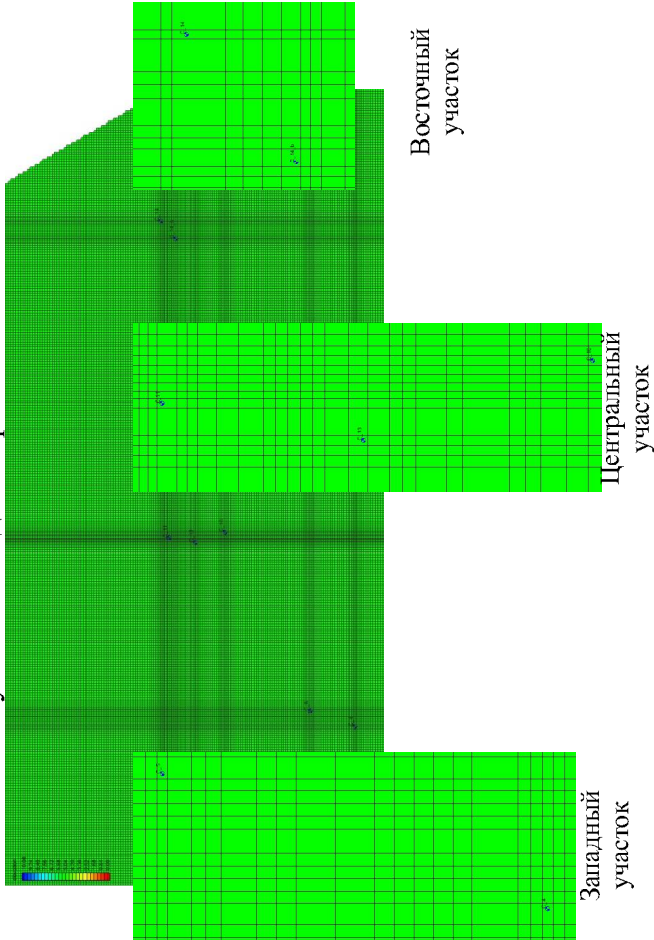
Расчетное поле напоров в условиях нарушенного  
фильтрационного потока (фрагмент)



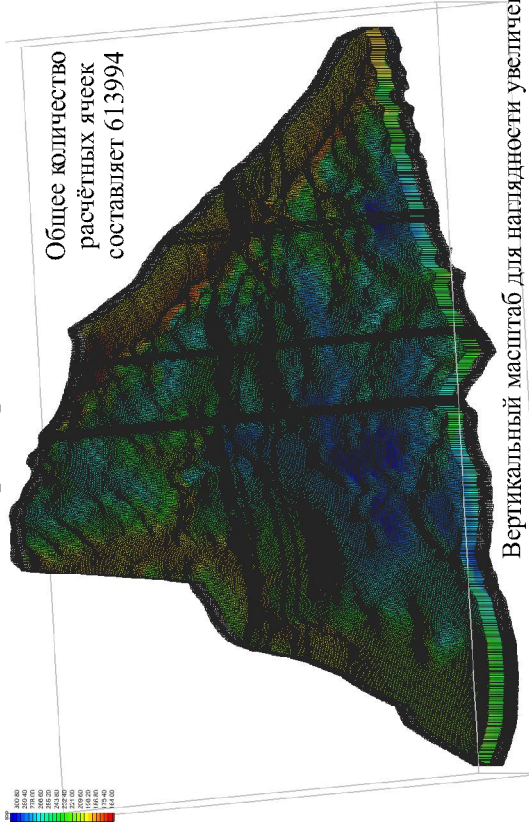
МО и Н РФ	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Тема	Магистерская диссертация Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область)	
Содержание листа	Результаты численного моделирования	
Студент	Боротынский М.С.	
Руководитель	Кузванов К.И.	5
Зав. кафедрой	Гусев Н.В.	
Консультант	Кузванов К.И.	

# Параметры фильтрационного потока и балансовые характеристики численной модели

Конечно-разностная сетка фрагмента фильтрационного потока и участков водозаборных скважин

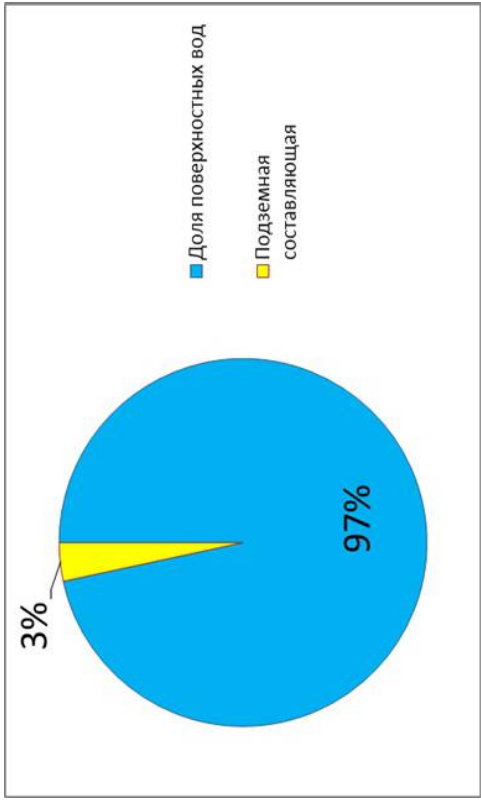


Объемное представление конечно-разностной сетки области фильтрации



Вертикальный масштаб для наглядности увеличен в 10 раз

Структура водного баланса



Водный баланс численной модели

Статья баланса	Приток	Отток
Sources/Sinks		
CONSTANT HEAD	0.0	0.0
WELLS	0.0	-3720.0
RIVER LEAKAGE	3593.978504253	-210882.1977697
RECHARGE	211007.90019402	0.0
Total Source/Sink	214601.87404445	-214602.1977697
Zone flow		
FLOW RIGHT FACE	0.0	0.0
FLOW FRONT FACE	0.0	0.0
FLOW LEFT FACE	0.0	0.0
FLOW BACK FACE	0.0	0.0
Total Zone flow	0.0	0.0
TOTAL FLOW	214601.87404445	-214602.1977697
Summary	In - Out	% difference
Sources/Sinks	-0.323725269787	-0.000150849114
Cell To Cell	0.0	0.0
Total	-0.323725269787	-0.000150849114

Распределение расходов по скважинам

Скважина	Расход, м³/сут
4	285
5	285
10	550
11	550
13	550
14	750
14a	750

МО и Н Рф	Томский политехнический университет	2016 г.
ИПР	Направление 280100 «Природообустройство и водопользование»	гр. 2ВМ41
Тема	Магистерская диссертация Влияние поверхностных водных объектов на работу Березовского водозабора подземных вод (Кемеровская область)	
Содержание листа	Параметры фильтрационного потока и балансовые характеристики численной модели	
Студент	Воротынцева М.С.	
Руководитель	Кузванов К.И.	6
Зав. кафедрой	Гусева Н.В.	
Консультант	Кузванов К.И.	